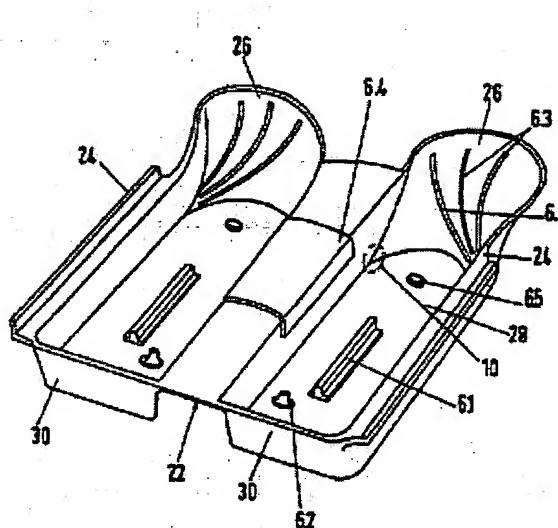


Forming a three-dimensional fibre-reinforced composite preform

Patent number: DE19608127
Publication date: 1997-09-04
Inventor: DRECHSLER KLAUS DR (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- **international:** B29C70/42; B62D25/20; B62D29/04; B62D65/00;
B29C70/06; B29L31/30
- **europen:** B29C70/02A2; B62D25/20; B62D29/00F; B62D65/00
Application number: DE19961008127 19960302
Priority number(s): DE19961008127 19960302

Abstract of DE19608127

The manufacture a three-dimensional fibre reinforced composite component, especially a vehicle floor, based on a main structure of long fibre layers with local reinforcement in high stress areas. The local reinforcements (6) are stitched to the long fibres layers (4) to form a flat integral fibre preform (2) which is then shaped and consolidated under heat and pressure in a tool to form a three dimensional component.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑫ Offenlegungsschrift
DE 196 08 127 A 1

⑤1 Int. Cl. 8:
B 29 C 70/42
B 62 D 25/20
B 62 D 29/04
B 62 D 65/00
B 29 C 70/06
// B29L 31:30

(21) Aktenzeichen: 196 08 127.0
(22) Anmeldetag: 2. 3. 96
(43) Offenlegungstag: 4. 9. 97

DE 19608127 A1

71 Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

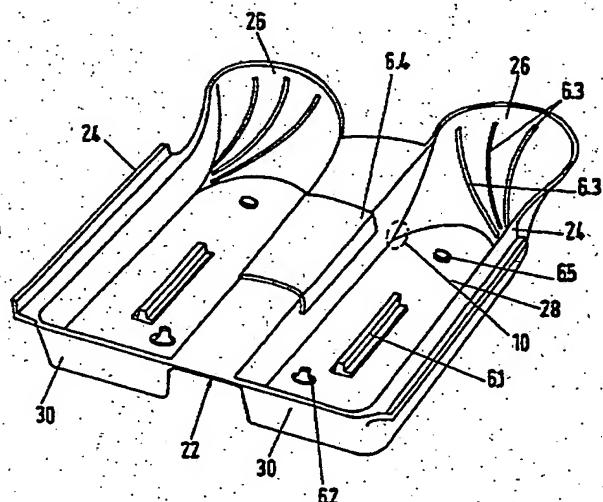
72 Erfinder:
Drechsler, Klaus, Dr., 83620 Feldkirchen-Westerham,
DE

55 Entgegenhaltungen:
DE 41 39 523 C2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Herstellen eines Faserverbundbauteils

5) Für ein räumlich geformtes Faserverbundbauteil, insbesondere eine Kraftfahrzeug-Bodengruppe, mit einer hochgradig lastgerechten Faserstruktur, bestehend aus einem Grundkörper aus übereinander liegenden Langfaserlagen und am Grundkörper in den Bereichen erhöhter Belastung angebrachten, örtlichen Verstärkungsteilen wird erfindungsgemäß eine kostengünstige, großseriengerechte und weitgehend automatisierbare Herstellungsweise dadurch erreicht, daß die Langfaserlagen im unverformten Zustand zusammen mit den örtlichen Verstärkungsteilen zu einem planaren, integralen Faserhalbzeug vernäht werden und anschließend das Faserhalbzeug als Ganzes in die räumliche Bauteilgeometrie umgeformt und unter Druck- und Wärmeeinwirkung zum fertigen Faserverbundbauteil konsolidiert wird.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensional geformten Faserverbundbauteils, insbesondere eines Kraftfahrzeugbodens, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist bekannt, ausgedehntere tragende Wandstrukturen, etwa Kraftfahrzeuböden oder ähnliche, dreidimensional geformte Fahrzeugeile, aus Gewichtsgründen aus Langfaserverbundwerkstoff mit örtlichen Verstärkungen in den Bereichen erhöhter Belastung herzustellen. Dabei muß bei der Umformung und Konsolidierung des Faserverbundmaterials darauf geachtet werden, daß die Faserstruktur von festigkeitsmindernden Faserdesorientierungen freigehalten und eine innige Bindung der Faserlagen untereinander und zu den Verstärkungssteilen gewährleistet wird. Um dies sicherzustellen, werden die Langfaserlagen jeweils einzeln oder in dünnen Schichten nacheinander an das Formwerkzeug angeformt und an vorgegebenen Stellen des so entstehenden Faserlagenaufbaues werden die örtlichen Verstärkungen beigefügt, bevor das Faserlaminat dann unter Wärme- und Druckeinwirkung konsolidiert wird. Eine solche Herstellungsweise ist mit einem so großen Fertigungsaufwand verbunden, daß sie in der Praxis nur in beschränktem Umfang für hochwertige Bauteile in relativ geringen Stückzahlen Verwendung findet, für eine kostengünstige Großserienfertigung aber ungeeignet ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Herstellungsverfahren der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß der Fertigungsaufwand wesentlich verringert und dadurch eine kostengünstige Großserienfertigung von räumlich geformten, örtlich verstärkten Langfaserverbundbau teilen ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das im Patentanspruch 1 gekennzeichnete Verfahren gelöst.

Erfindungsgemäß werden die Langfaserlagen und die örtlichen Verstärkungen vor der räumlichen Verformung in einem ersten Verfahrensschritt durch automatisiertes Vernähen miteinander zu einer integralen planaren Faserstruktur verbunden, die als Faserhalbzeug gehandhabt werden kann und dann in einem zweiten Verfahrensschritt als Ganzes ähnlich einfach wie bei der spanlosen Kaltverformung von metallischen Blechteilen maschinell in einem Preßformwerkzeug in die endgültige räumliche Bauteilgeometrie umgeformt und anschließend konsolidiert wird. Dabei wird durch die gegenseitige textile Bindung der einzelnen Faserlagen und örtlichen Verstärkungssteile sichergestellt, daß das entstehende Faserhalbzeug bei der Umformung und Konsolidierung von störenden Faserverschiebungen oder anderen Desorientierungen im Faserlagenaufbau freigehalten wird. Aufgrund des geringen Herstellungsaufwandes und der weitgehenden Automatisierbarkeit eignet sich das erfundungsgemäß Verfahren in hervorragender Weise für eine kostengünstige Großserienfertigung von qualitativ hochwertigen, räumlich geformten Langfaserverbundbauteilen, etwa Bodengruppen im Kraftfahrzeugbau.

Im Rahmen der Erfindung lassen sich sowohl duromere als auch thermoplastische Matrixsysteme verwenden. Im Falle eines duromeren Matrixsystems empfiehlt es sich gemäß Anspruch 2, das Faserhalbzeug anstatt aus Prepregs aus trockenen Langfaserlagen aufzubauen und das Matrixsystem kurz vor dem Einlegen in das Preßformwerkzeug durch Naßimprägnieren oder Beifügen einer Harzfolie oder aber erst innerhalb des Preßformwerkzeugs im Wege der Harzinjektion beizugeben. Bei Verwendung eines thermoplastischen Matrix-

systems hingegen wird dieses dem Faserhalbzeug gemäß Anspruch 3 vorabweise vor dem Vernähen in Form von thermoplastischen Faseranteilen zugemischt.

Gemäß Anspruch 4 werden örtliche Verstärkungssteile in verschiedenartigster textiler Ausbildung, etwa in Form von rippenförmigen Versteifungen, lokalen Aufdoppelungen oder Lasteinleitungselementen und insbesondere örtlichen Sandwichzonen bevorzugt, welche in der Weise hergestellt werden, daß beim Aufbau des Faserhalbzeugs zwischen die Langfaserlagen Abstandsgewebe oder Schaumstoffstücke eingelegt werden, die dann beim Vernähen der Faserlagen nur randvernaht werden. Wahlweise oder zusätzlich können, wie gemäß Anspruch 5 bevorzugt, als örtliche Verstärkungselemente aber auch metallische, durch Vernähen an den Langfaserlagen fixierte Versteifungs- oder Befestigungselemente vorgesehen sein.

In weiterer, besonders bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird das Formverhalten des Faserhalbzeugs gemäß Anspruch 6 dadurch verbessert, daß dieses in den Bereichen starker Verformung durch Vernähen mit einer örtlichen Kurzfaserstruktur versehen wird.

Im Hinblick auf eine last- und faserverbundgerechte Ausgestaltung wird das Faserhalbzeug ferner nach Anspruch 7 zweckmäßigerweise mit unterschiedlichen Fasersorten und -orientierungen gefertigt. Dabei empfiehlt es sich gemäß Anspruch 8, für hochfeste Bauteile als Grundmaterial Carbonfaserlagen zu verwenden, die zur örtlichen Erhöhung des Elastizitäts- oder Stoßabsorptionsverhaltens in bestimmten Bereichen Glas- oder Aramidfaseranteile enthalten.

Die Erfindung wird nunmehr anhand eines Ausführungsbeispieles in Verbindung mit den Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen in stark schematisierter Darstellung:

Fig. 1 ein planares, integrales Faserhalbzeug zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbodens mit örtlichen Verstärkungen und abschnittsweise unterschiedlichen Faser-Hauptorientierungen;

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II der Fig. 1 im Bereich einer Aufdoppelung;

Fig. 3 einen Schnitt längs der Linie III-III der Fig. 1 im Bereich eines metallischen Befestigungselementes;

Fig. 4 einen Schnitt längs der Linie IV-IV der Fig. 1 im Bereich einer Sandwichzone;

Fig. 5 eine Imprägnierzvorrichtung für das Faserhalbzeug und ein nachgeschaltetes Preßformwerkzeug zum Umformen und Konsolidieren; und

Fig. 6 die Faserverbund-Bodengruppe im fertiggestellten Zustand.

Fig. 1 zeigt ein Faserhalbzeug 2 für eine Kraftfahrzeug-Bodengruppe, welches aus einer Vielzahl von eben übereinandergelegten, textilen Gewebezuschnitten 4 aufgebaut ist und eine multiaxiale Faserorientierung besitzt, wobei die einzelnen, in Fig. 1 strichpunktiert berandeten Bereiche des Faserhalbzeugs 2 jeweils unterschiedliche Faser-Vorzugsrichtungen haben. So werden für den mittleren Bereich des Faserhalbzeugs 2, der in der fertigen Bodengruppe den Bodentunnel bildet, vorwiegend Gewebelagen mit einer in Längsrichtung unidirektionale Faserorientierung 4A gewählt, während die seitlichen Randbereiche, die die Schweller ergeben, hauptsächlich aus Gewebelagen mit einer sich kreuzenden, zur Längsrichtung des Faserhalbzeugs 2 unter $\pm 45^\circ$ geneigten Faserorientierung 4B und die dazwischenliegenden Abschnitte des Faserhalbzeugs 2, also die pedal-, sitz- und kofferraumseitigen Bodenteile des

herzustellenden Bauteils, vornehmlich aus Gewebelagen mit einer in Querrichtung $\pm 45^\circ$ direkionalen Faserrichtung $4C$ aufgebaut sind.

Aus Festigkeits- und Gewichtsgründen sind die Gewebelagen 4 aus Carbonfasern hergestellt, denen in bestimmten Bereichen, wo ein örtlich erhöhtes Elastizitäts- oder Stoßabsorptionsverhalten gefordert wird, Glas- bzw. Aramidfaseranteile zugemischt sind. Bei Verwendung eines thermoplastischen Matrixsystems enthalten die Gewebe 4 ferner thermoplastische Faseranteile in gleichförmiger Verteilung. Kommt hingegen – wie bei dem nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel – ein duromeres Matrixsystem zur Anwendung, so wird das Faserhalbzeug 2 aus trockenen Gewebelagen 4 aufgebaut. Statt dessen können gewünschtenfalls aber auch vorimprägnierte Gewebezuschnitte, sog. Prepregs, verwendet werden.

Komplettiert wird das Faserhalbzeug 2 durch örtliche, lastspezifisch gestaltete Verstärkungsteile 6, die an den Stellen erhöhter mechanischer Beanspruchung der Bodengruppe zwischen oder auf den Gewebelagen des Faserhalbzeugs 2 angeordnet werden. So wird das Faserhalbzeug 2 z. B. im Bereich des Sitzbodenteils mit in Längsrichtung rippenförmig verlaufenden Fasergestriken 6.1 zur Erhöhung der lokalen Biegesteifigkeit und am kofferraumseitigen Ende mit textilen Vorförmlingen 6.2 zur örtlichen Krafteinleitung belegt, und im Bereich des Pedalbodenteils sind den Gewebelagen Aramidstreifen 6.3 zur Verbesserung des Stoßabsorptions- und Zähigkeitsverhaltens beigefügt. Weiterhin wird die Mittelzone des Faserlagenaufbaus 4 durch eine Aufdopplung 6.4 aus Faserlagen, die eine quasi-isotrope, in Längsrichtung und unter $\pm 45^\circ$ verlaufende Faserorientierung 4D besitzen, örtlich verstärkt (Fig. 2), und im Bereich des Sitzbodenteils werden im Faserlagenaufbau 4 metallische Anschlußelemente 6.5 für spätere Schraubverbindungen eingebettet (Fig. 3). Wie für den kofferraumseitigen Abschnitt des Faserhalbzeugs 2 und im einzelnen in Fig. 4 dargestellt, können ferner zwischen die Gewebelagen 4 Schaumstoffeinlagen oder Abstandsgewebe 6.6 eingelegt werden, um der fertigen Bodengruppe eine örtliche Sandwichstruktur zu verleihen.

Das so aufgebaute textile Gebilde wird anschließend, wie in Fig. 1 durch das Bezugszeichen 8 angedeutet, zusammen mit den örtlichen Verstärkungsteilen 6 maschinell unter Beibehalt der planaren Schichtung zu dem integralen Faserhalbzeug 2 vernäht, wodurch sämtliche Verstärkungsteile 6 und Gewebezuschnitte 4 zueinander und in ihrer Faserorientierung sicher fixiert werden, so daß sich das Faserhalbzeug 2 als Ganzes ohne die Gefahr störender Faserverschiebungen oder anderer Fehlorientierungen problemlos transportieren, lagern und schließlich in die endgültige dreidimensionale Bauteilgeometrie umformen und konsolidieren läßt. Einzelne Verstärkungsteile, wie etwa die metallischen Befestigungselemente 6.5 oder die Abstandsgewebe 6.6 werden natürlich nur randseitig mitvernaht.

In einem Zwischenschritt wird das Faserhalbzeug 2 noch an den Stellen stärkerer räumlicher Formänderung vernadeln, so daß die Langfaserlagen örtlich eine Kurzfaserstruktur erhalten, wie dies in Fig. 1 durch die Vernadelungszonen 10 angedeutet ist.

Das duromere Matrixsystem wird dem Faserhalbzeug 2 entweder im Wege der Harzinjektion innerhalb des Preßformwerkzeugs 12 (Fig. 5) oder aber an einer diesem vorgesetzten Imprägnierstation 14 zugegeben, wo das Faserhalbzeug 2 beidseitig mit einer über

Preßwalzen 16 angedrückten Harzfolie 18 belegt und/ oder mittels einer Sprührichtung 20 mit Flüssigharz imprägniert wird, bevor Ganzes in das Preßformwerkzeug 12 eingelegt und beim Schließen desselben in die räumliche Bauteilgeometrie umgeformt und dann unter Druck- und Wärmeeinwirkung konsolidiert wird.

In Fig. 6 ist die auf diese Weise fertiggestellte Kraftfahrzeug-Bodengruppe mit Abgastunnel 22, Schwellern 24, Pedalboden 26, Sitzboden 28 und kofferraumseitiger Abschlußwand 30 einschließlich der örtlichen Verstärkungsteile 6 und der entsprechenden Faser-Vorzugsrichtungen dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines dreidimensional geformten Faserverbundbauteils, insbesondere eines Kraftfahrzeugbodens, bestehend aus einer aus übereinander liegenden Langfaserlagen aufgebauten Grundstruktur und an dieser in den Bereichen erhöhter Belastung angebrachten, örtlichen Verstärkungsteilen, dadurch gekennzeichnet, daß die Langfaserlagen (4) im unverformten Zustand zusammen mit den örtlichen Verstärkungsteilen (6) zu einem planaren, integralen Faserhalbzeug (2) vernäht werden und anschließend das Faserhalbzeug als Ganzes in einem Preßformwerkzeug (12) unter Druck- und Wärmeeinwirkung in die dreidimensionale Bauteilgeometrie umgeformt und zum fertigen Faserverbundbauteil konsolidiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserhalbzeug (2) im trockenen Zustand vernäht und durch Naßimprägnieren vor dem Einlegen in das Preßformwerkzeug (12) oder im Wege der Harzinjektion innerhalb des Preßformwerkzeugs matrixdurchtränkt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserhalbzeug (2) als Matrix thermoplastische Faseranteile enthält.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die örtlichen Verstärkungen (6) in Form von rippen- oder streifenförmigen Versteifungselementen (6.1; 6.3), lokalen Aufdoppelungen (6.4), örtlich zwischen die Langfaserlagen (4) eingefügten, als Sandwichkern wirkenden Einlagen (6.6) oder Lasteinleitungselementen (6.2) aus textiltem Material vorgefertigt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als örtliche Verstärkungen (6) metallische, durch Vernähen an den Langfaserlagen fixierte Versteifungs- oder Befestigungselemente (6.5) vorgesehen werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserhalbzeug (2) in den Bereichen starker Verformung durch örtliches Vernadeln (10) mit einer Kurzfaserstruktur versehen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserhalbzeug (2) mit unterschiedlichen Fasersorten und -orientierungen gefertigt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserhalbzeug aus Carbonfasern mit örtlichen Glas- und/oder Aramidfaseranteilen besteht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

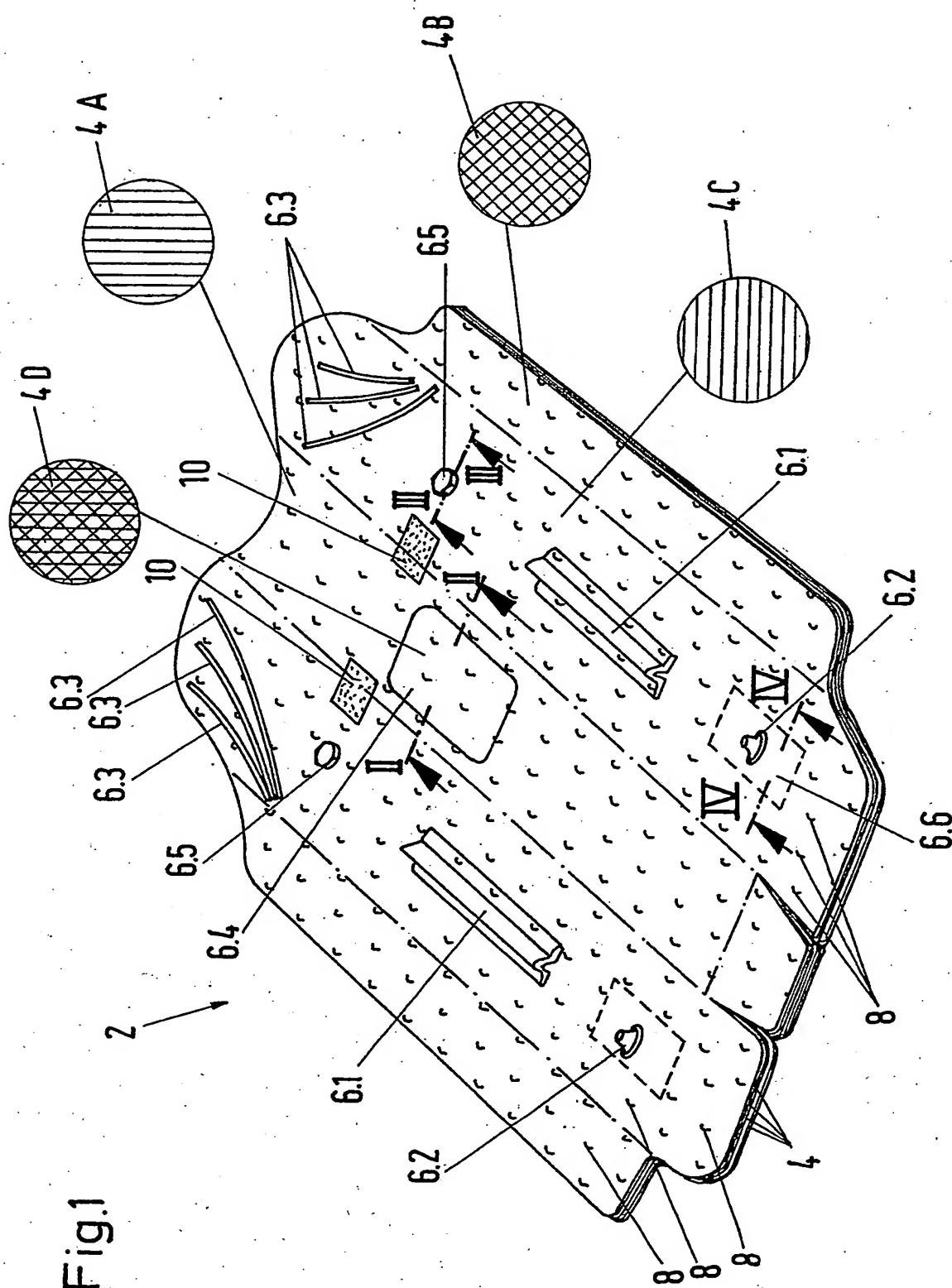


Fig.2

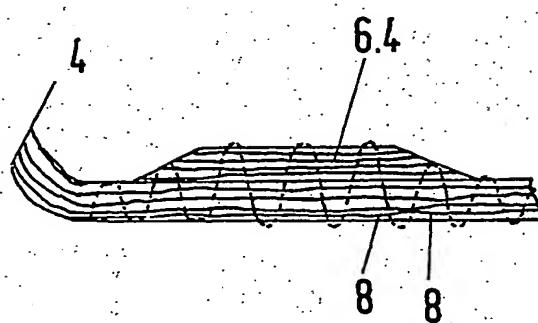


Fig.3

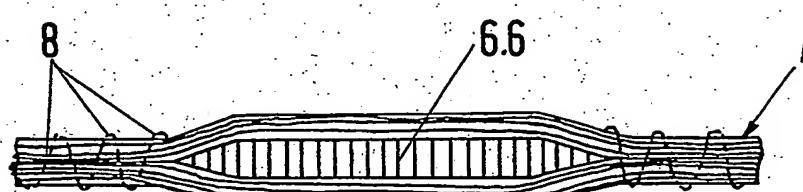
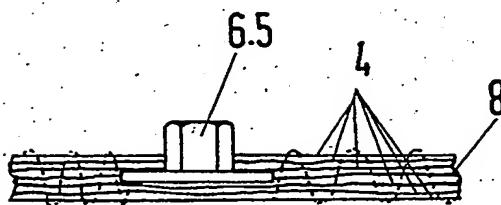


Fig.4

Fig.5

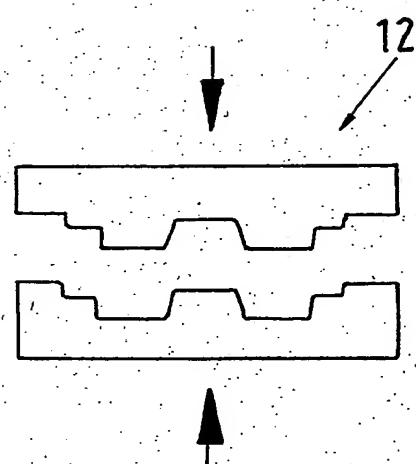
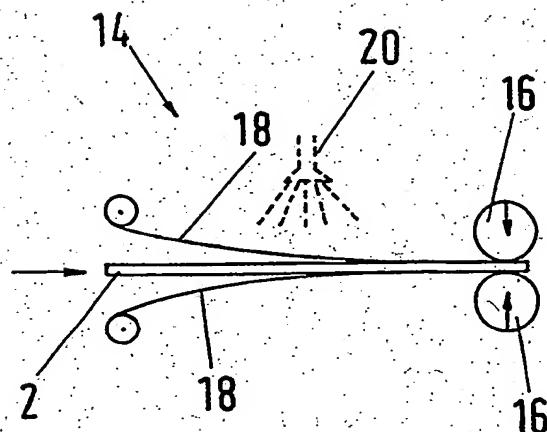


Fig.6

